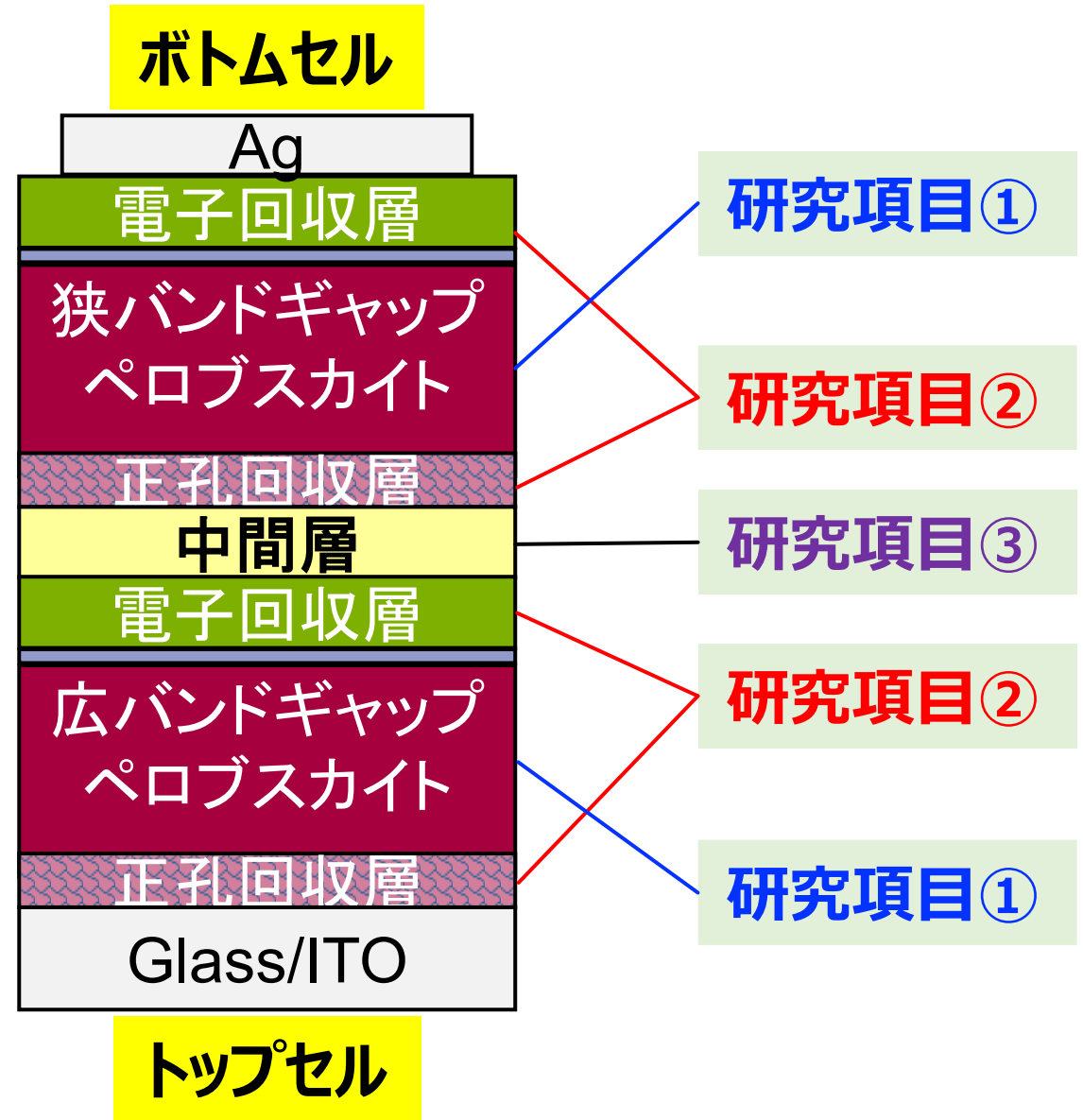


事業の目的・目標、実用化・事業化の見通し

本事業では、**オールペロブスカイトタンデム太陽電池の高性能化・高耐久化・大面積化**を進め、5 cm角以上のモジュールで変換効率30%以上、耐久性20年以上相当の実現を目指す。これにより、設置場所の制限を受けにくい高効率な次々世代太陽電池の基盤技術確立し、太陽光発電の導入拡大に貢献する。さらに、本事業で開発した基盤技術を、グリーンイノベーション基金事業で進めているフィルム型ペロブスカイト太陽電池技術と組み合わせることで、軽量・高効率な太陽電池として、建物壁面や耐荷重制限のある屋根などへの展開が期待される。また、材料のリサイクル性や資源調達面での優位性を活かし、日本発の資源循環型太陽電池産業の創出と国際競争力強化につなげる。

開発概要

実用化に資するデバイス構造、工法で作製し、
【中間目標(2027年度)】1 cm²セル変換効率 30%以上（2端子、片面入射）
【最終目標(2029年度)】25 cm²モジュール変換効率 30%以上（2端子、片面入射）、
耐久性20年以上相当の達成する。



“**≥30%の光電変換効率（モジュール）と20年以上の耐久性**を達成する基盤技術”

①. ペロブスカイト半導体材料の開発

- a. 高品質ペロブスカイト半導体膜の成膜法の開発
- b. ペロブスカイト層の上下表面のパッシベーション技術開発

②. 電荷回収層材料の開発

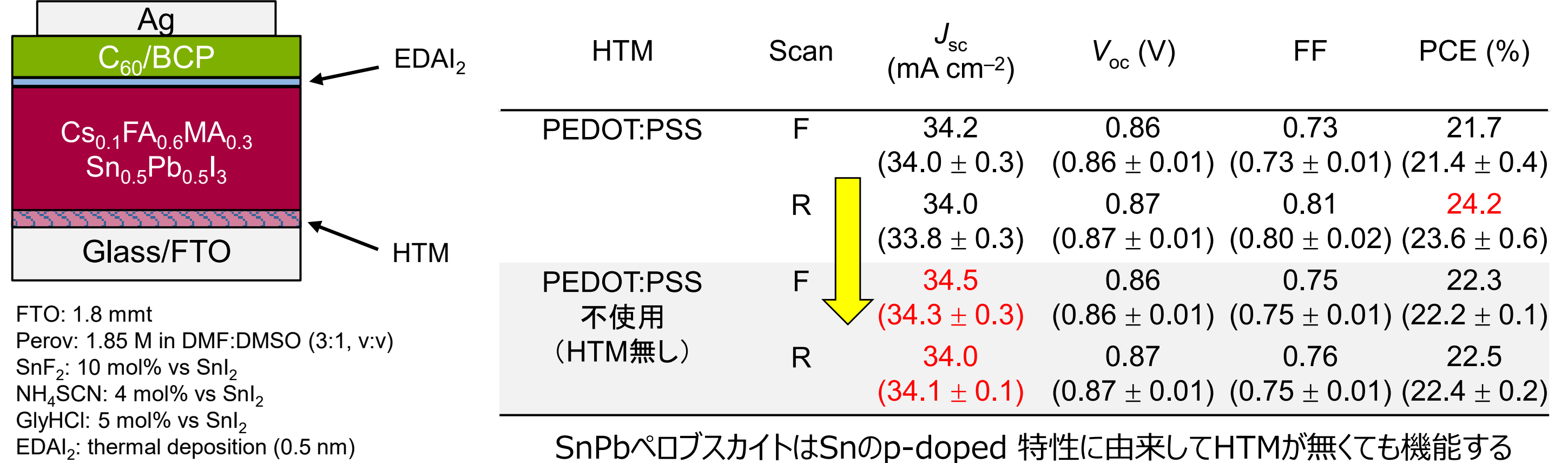
- a. 多脚型正孔回収単分子膜材料の開発
- b. C₆₀代替の電子回収材料の開発

③. 中間層材料の開発およびデバイス構造の最適化

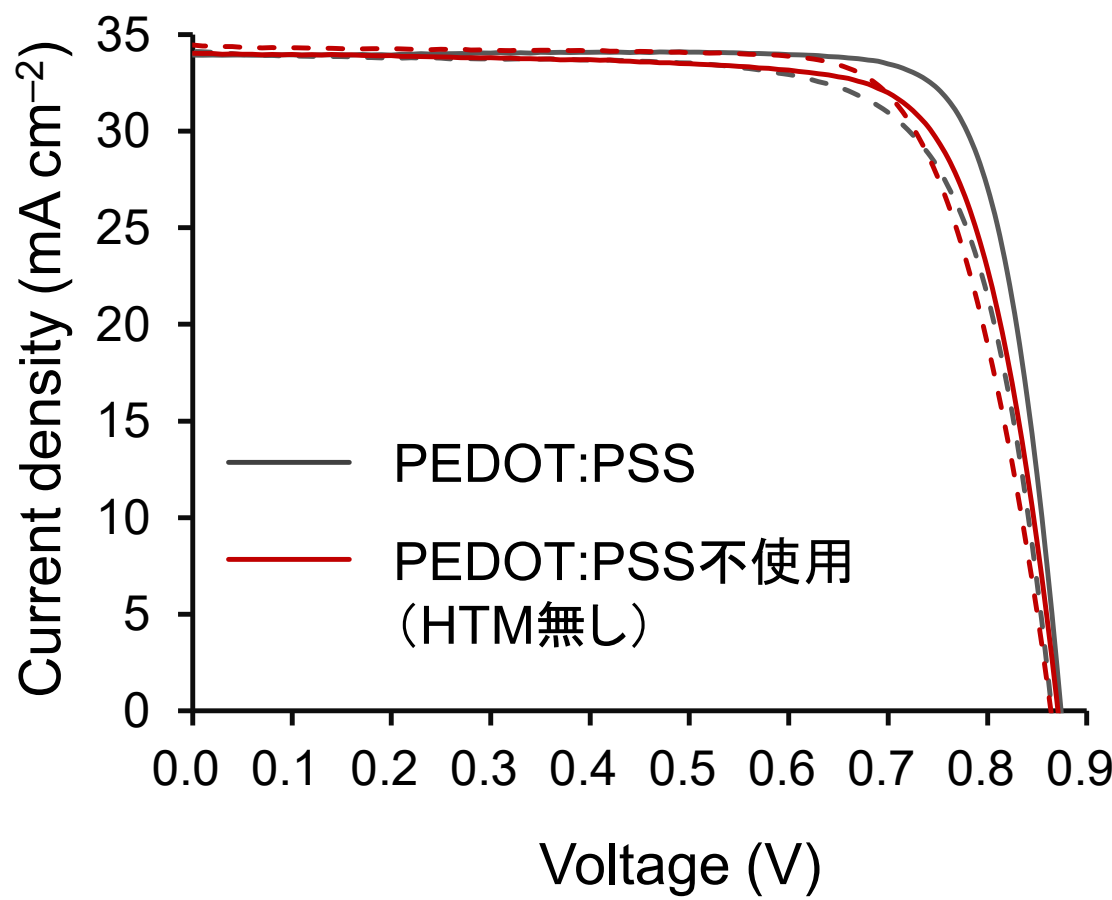
- a. 中間層表面のナノ粒子修飾法の開発
- b. パターニング技術およびモジュール化技術の最適化

進捗状況－1：狭BGペロブスカイト半導体材料の開発

【研究項目① b. 上下パッシベーション技術開発】



SnPbペロブスカイトはSnのp-doped 特性に由来してHTMが無くても機能する PEDOT:PSSを用いないことによる電流密度の向上を確認している



ミニセル (0.1 cm²) での達成状況

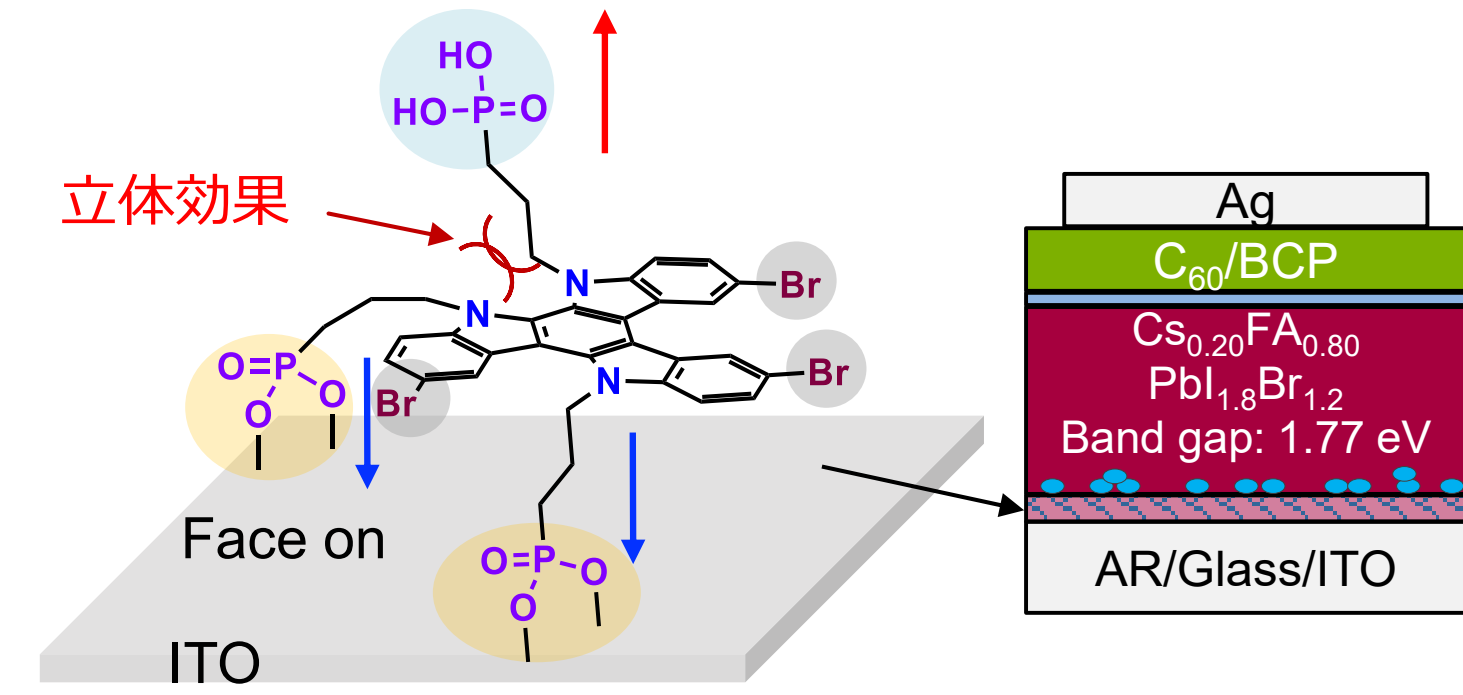
	2027年度 (1 cm ² セル)	2025年度 (0.1 cm ² セル)	今回 (0.1 cm ² セル)
短絡電流密度	≥ 33 mA/cm ²	≥ 33 mA/cm ²	34.5 mA/cm ²
電圧ロス	≤ 0.34 V	≤ 0.36 V	≤ 0.36 V
開放電圧	≥ 0.90 V	≥ 0.88 V	0.86-0.88 V
曲線因子	≥ 0.81	≥ 0.81	0.81
光電変換効率	≥ 24%	≥ 23.5%	24.2%

狭BG用の多脚型正孔回収分子の開発により 開放電圧と安定性向上する

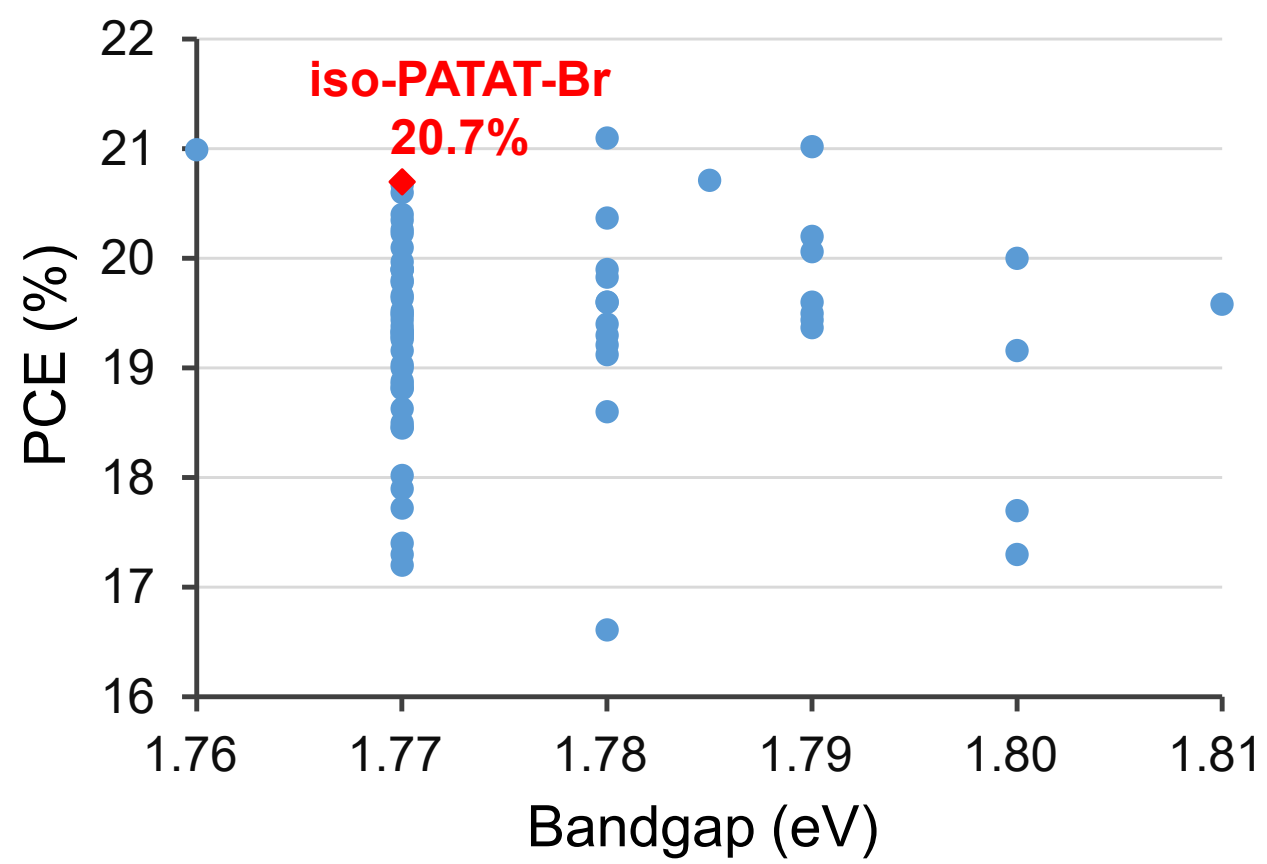
進捗状況－2：電荷回収層材料の開発

【研究項目② a. 多脚型正孔回収単分子膜材料の開発】
iso-Triazatruxene-based HCMs (iso-PATAT-X)

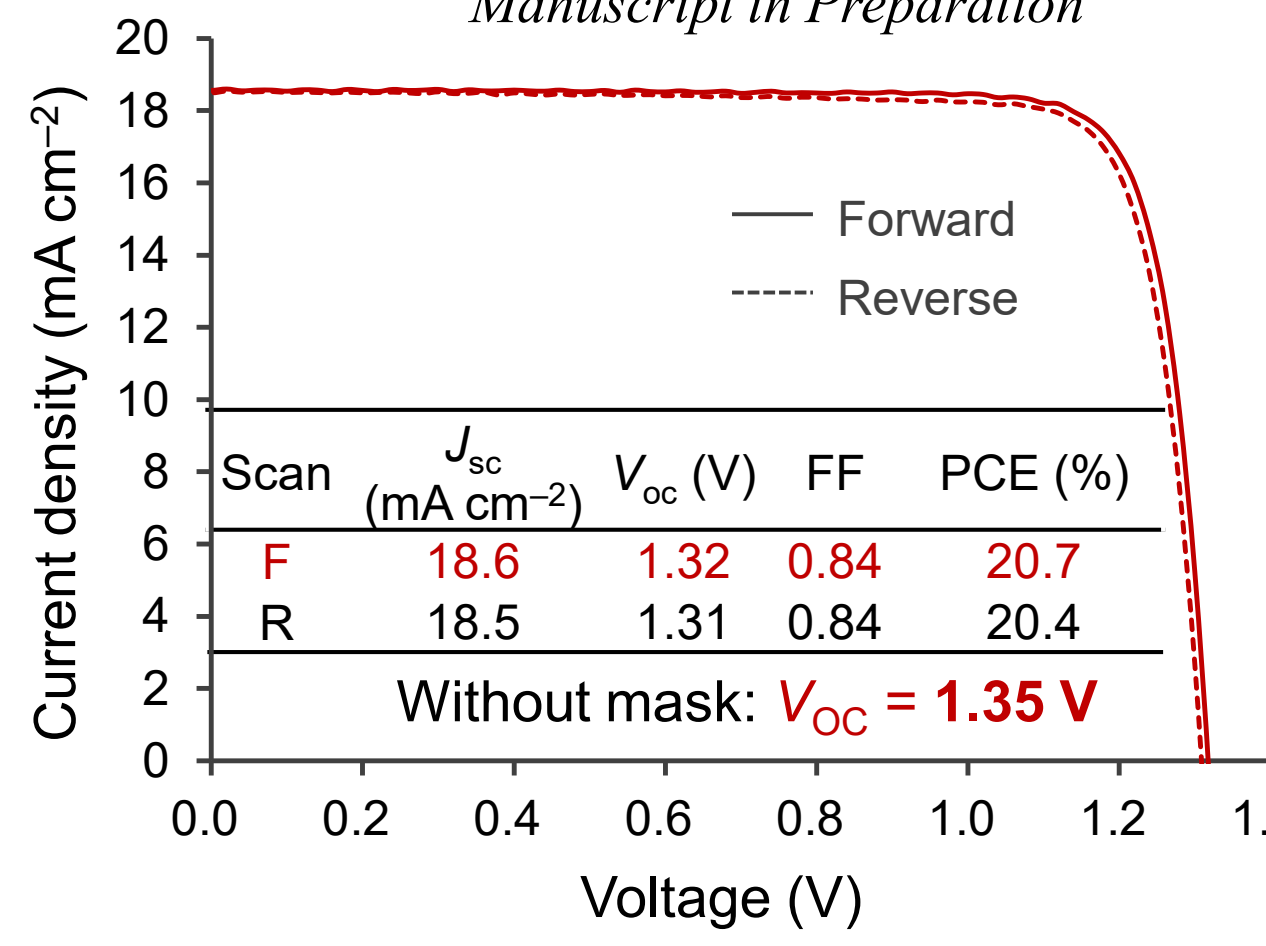
ペロブスカイト層との密着性を向上



ベンチマーク：PCEs of 1.77–1.80 eV WBG-PSCs



M.A. Truong, A. Wakamiya, et al., Manuscript in Preparation



ミニセル (0.1 cm²) での達成状況

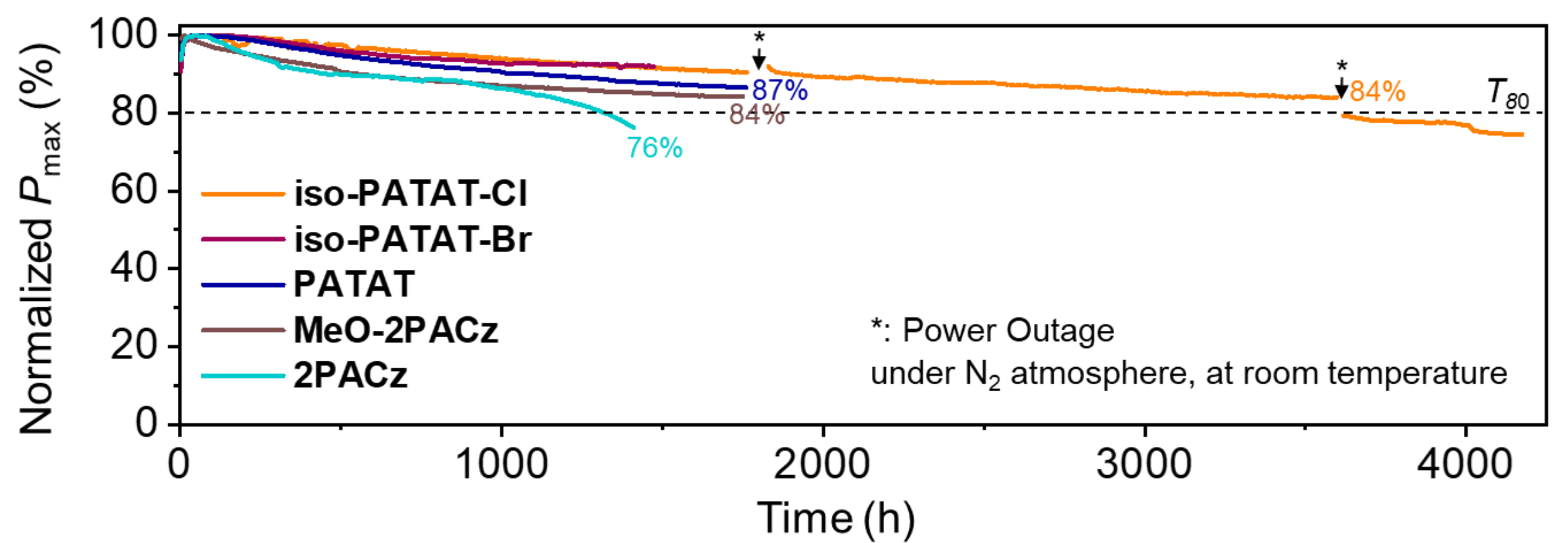
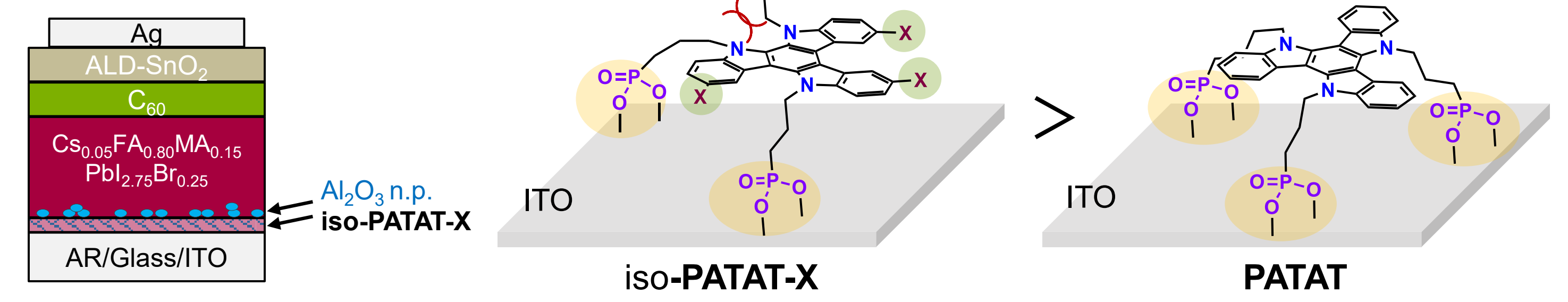
	2027年度 (1 cm ² セル)	2025年度 (0.1 cm ² セル)	今回 (0.1 cm ² セル)
短絡電流密度	≥ 18 mA/cm ²	≥ 18 mA/cm ²	18.6 mA/cm ²
電圧ロス	≤ 0.39 V	≤ 0.42 V	≤ 0.42 V
開放電圧	≥ 1.38 V	≥ 1.35 V	1.32-1.35 V
曲線因子	≥ 0.82	≥ 0.82	0.84
光電変換効率	≥ 20%	≥ 20%	20.7%

1 cm²サイズでの検証、高性能化実現へ

進捗状況－2：電荷回収層材料の開発

【研究項目② a. 多脚型正孔回収単分子膜材料の開発】

通常Bg (1.56 eV) のペロブスカイト 太陽電池での検証例



iso-PATAT-XはPATATやPACzより高い耐久性を示す → 広バンドギャップの安定性向上も期待できる

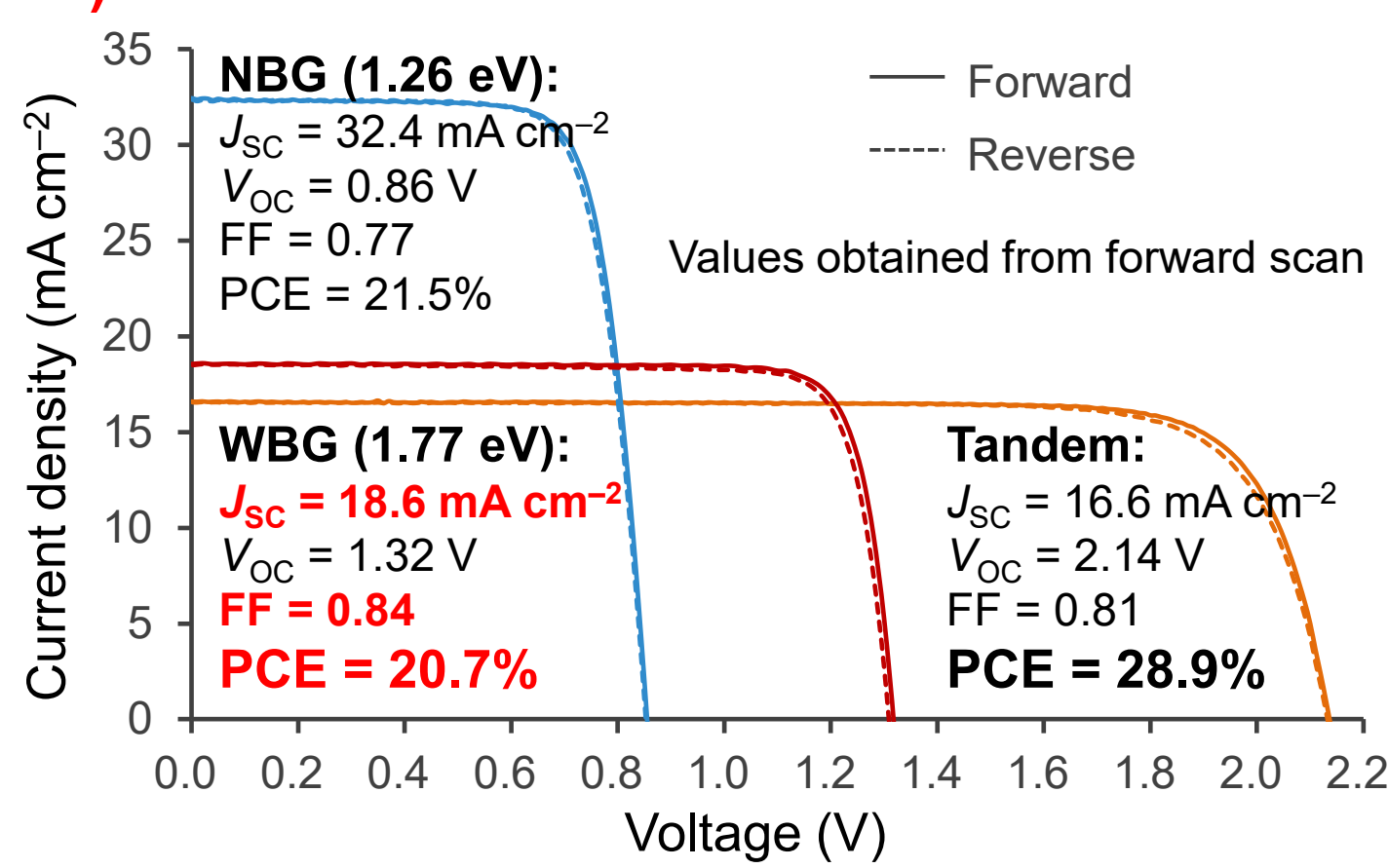
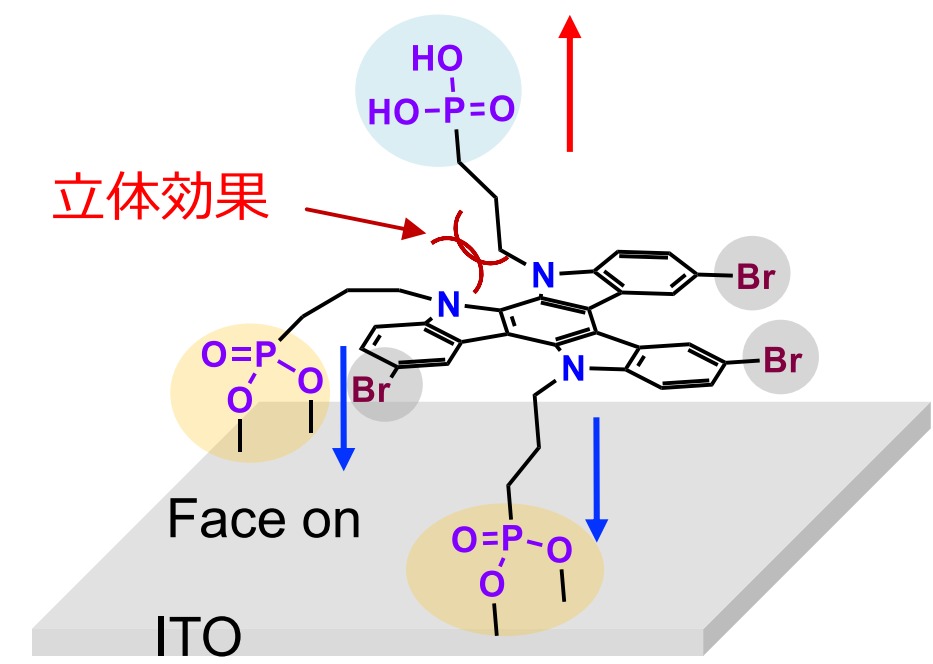
光に加えて、熱および湿度による室内加速試験も行い、劣化機構を明らかにする

進捗状況－3：中間層材料の開発およびデバイス構造の最適化

iso-Triazatruxene-based HCMs (iso-PATAT-X)

M.A. Truong, A. Wakamiya, et al., Manuscript in Preparation

ペロブスカイト層との密着性を向上



ミニセル (0.1 cm²) での達成状況

	2027年度 (1 cm ² セル)	2025年度 (0.1 cm ² セル)	今回 (0.1 cm ² セル)
短絡電流密度	≥ 16.5 mA/cm ²	≥ 16 mA/cm ²	16.6 mA/cm ²
開放電圧	≥ 2.25 V	≥ 2.15 V	2.14 V
曲線因子	≥ 0.81	≥ 0.80	0.81
光電変換効率	≥ 30%	≥ 28%	28.9%

ボトムセルの多脚型正孔回収分子や中間層の表面修飾法の開発で電圧、FFを向上する。
広BGセルのBg最適化で電流密度の最大化を図る。

研究開発項目①. ペロブスカイト半導体材料の開発

- 高効率化に向けて、広いバンドギャップトップセルと狭いバンドギャップボトムセルのパッシベーション処理のための独自の分子設計を行い、さらなる開放電圧、曲線因子の向上を目指す。
- 大面積化に向けて、成膜過程を制御する独自の添加剤を開発する。

研究開発項目②. 電荷回収層材料の開発

- トップセルとボトムセルのペロブスカイト層のエネルギー準位に合わせた電荷回収層材料を適用させ、さらなる開放電圧、曲線因子の向上を目指す。
- NiO_xの成膜条件の最適化を行い、トップセルのさらなる開放電圧の向上を目指す。
- 大面積化する際に、正孔回収層材料の成膜過程を最適化する。
- 架橋型正孔回収層材料の開発により、高電圧化と高耐久化の向上を目指す。

研究開発項目③. 中間層材料の開発およびデバイス構造の最適化

- 高効率化および大面積化に向けて原子層堆積法 (ALD) で作製したSnO_x中間層の表面修飾法の開発を行ない、タンデムセルの性能の向上を目指す。